

Зависимость электрического поля от скорости в окрестности движущейся сегнетоэлектрической доменной стенки

А.Р. Удалов, В.Я. Шур

*Институт естественных наук и математики, Уральский федеральный университет, 620000, Екатеринбург, Россия
artur.udalov@urfu.ru*

Проведено теоретическое исследование пространственного распределения электрического поля в сегнетоэлектрическом конденсаторе вблизи движущейся доменной стенки с учетом запаздывания объемного экранирования и диэлектрических зазоров, что является обобщением аналитических результатов из работ [1,2].

The velocity dependence of the electrical field near the moving ferroelectric domain wall

A.R. Udalov, V.Ya. Shur

School of Natural Sciences and Mathematics, Ural Federal University, 620000, Ekaterinburg, Russia

The theoretical investigation of the electric field spatial distribution near the moving domain wall in the ferroelectric capacitor was conducted. The retardation of the screening of residual depolarization field and dead layers presence were taken into account. Current study is generalization of the analytical results of works [1,2].

Исследование базируется на основе аналитического выражения для пространственного распределения электрического поля, полученного путем точного решения граничной электростатической задачи. Граничные условия описывают трёхслойный сегнетоэлектрический конденсатор (Рис. 1) с двумя диэлектрическими слоями (L) примыкающими к металлическим электродам и слой одноосного сегнетоэлектрика (Н) между ними. Процессы объемного экранирования в рассмотренной модели протекают с запаздыванием в пограничных слоях между диэлектрическими слоями и сегнетоэлектрическим слоем, а также подчиняются изотропному релаксационному уравнению на поверхностную плотность заряда, аналогичным образом экранировка была учтена в работе [2]. Движущаяся доменная стенка создаёт позади себя тормозящий шлейф экранирующего заряда. Распределение электрического поля от заряженного шлейфа в заданных граничных условиях является основным фактором определяющим динамику движения доменных границ [3], согласно общему кинетическому подходу [4]. В рассмотренной модели для доменной стенки использован равномерный закон движения.

Полученное аналитическое решение является обобщением аналитических результатов относительно работ [1,2], проведенное без использования ряда приближений и допущений. В модели использованы разрывные функции для описания пространственного распределения спонтанной поляризации. Пространственные координаты (x,y) выбирались соответствующими координатам доменной стенки.

Построены графики зависимости z-компоненты напряженности электрического поля в сегнетоэлектрическом слое в зависимости от скорости движения доменной стенки, полученные результаты количественно и качественно коррелируют с результатами работы [2].

Проведено исследование скоростной зависимости напряженности электрического поля на различных глубинах точек наблюдения (Рис. 2).

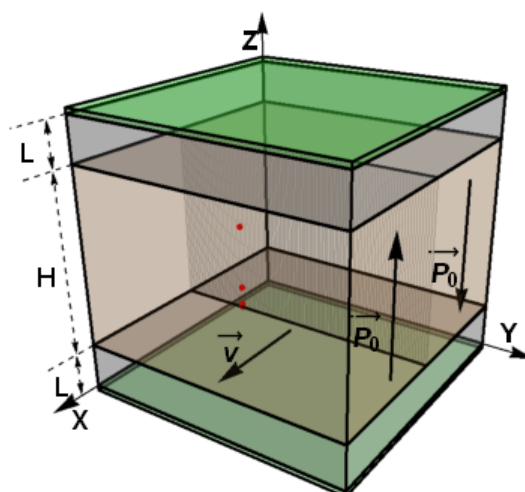


Рисунок 1. Схема сегнетоэлектрического конденсатора.

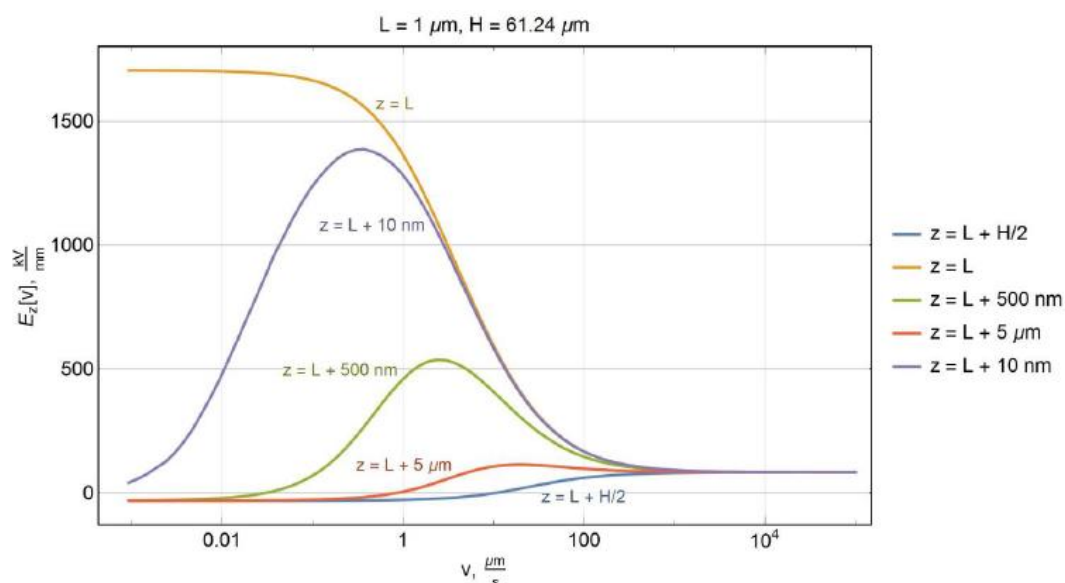


Рисунок 2. Скоростная зависимость напряженности z-компоненты электрического поля на различных глубинах точек наблюдения (z).

Показано, что вблизи поверхности сегнетоэлектрического слоя наблюдается качественно иной характер скоростной зависимости, чем на глубине конденсатора. Подобное поведение поля вблизи поверхности, вероятно, имеет место и в случае более сложных форм доменных границ, а значит, оценки динамической устойчивости форм необходимо проводить с учетом данного эффекта.

Работа выполнена при частичной поддержке Российского Научного Фонда (проект №14-12-00826).

1. M.E. Drougard, R. Landauer, *Journal of Applied Physics* **30**, 11 (1959).
2. E.A. Eliseev, A.N. Morozovska, G.S. Svechnikov, E.L. Rumyantsev, E.I. Shishkin, V.Ya. Shur, S.V. Kalinin, *Physical Review B* **78**, 245409 (2008).
3. A.R. Udalov, A.L. Korzhenevskii, V.Ya. Shur, *Ferroelectrics* **476**, 1 (2015).
4. V.Ya. Shur, *Journal of Material Science* **41**, 1 (2006).